

Münsterstraße 5  
D 59065 Hamm  
Telefon: 02381 / 30 40 922  
Telefax: 02381 / 30 40 924  
e-mail: [a.cords@ibsiebert.de](mailto:a.cords@ibsiebert.de)  
Internet: [www.ibsiebert.de](http://www.ibsiebert.de)

Geschäftsführer:  
Kay Siebert  
Sven Siebert

Amtsgericht Reinbek  
HRB 3262  
UmStNr.: 216 348 565

---

## **Auswertung Hochdruck Spülversuch SVB-Nr. 06.18082 S**

### **Prüfung der Beständigkeit gegenüber Hochdruckspülungen des Flexiliners II Plus in Anlehnung an das Hamburger Modell**

Auftraggeber: **KRT Kanalsanierungs-Technik AG**  
**Luzernerstr. 19**  
**CH 6204 Sempach**

Inspektionsstelle: **SIEBERT Ingenieurbüro für  
Kunststofftechnik GmbH**  
**Münsterstraße 5**  
**D 59065 Hamm**

Dieser Bericht umfasst 11 Seiten (inkl. Deckblatt) und darf nicht ohne die schriftliche Genehmigung des Ingenieurbüros vervielfältigt werden.

## **Inhaltsverzeichnis**

1	Ortstermin .....	3
1.1.	Anwesende und Beteiligte .....	3
2	Örtlichkeiten und Prüfverfahren.....	4
2.1	Örtlichkeit und Randbedingungen .....	4
2.2	Eingesetzte Technik.....	5
2.3	Prüfverfahren.....	6
3	System .....	7
4	Versuchsdurchführung .....	8
5	Ergebnis.....	10
6	Angewandte Richtlinien und Normen.....	11

## **1 Ortstermin**

Am 19.10.2005 wurde durch die Firma KRT Kanalsanierungs-Technik AG ein Ortstermin auf dem Werksgelände in Sempach veranlasst, um an einem Schlauchliner des Systems „Flexiliner II Plus“ in einer Testhaltung DN 300 einen Hochdruckspülversuch durchzuführen. Es wurde ein Schlauchliner auf gerader Strecke in eine 21m lange Testhaltung über insgesamt vier Abzweige DN 150 und zwei 45° Bögen in der Haupthaltung DN 300 verbaut. Es wurden 30 Spülzyklen vereinbart. Aufgrund der speziellen klimatischen Bedingungen im Zusammenhang mit der Zulassung des „Flexiliners II Plus“ in Abu Dhabi wurde auf den Zusatz von Wintergranulat verzichtet.

### **1.1. Anwesende und Beteiligte**

Auftraggeber:

**KRT Kanalsanierungs-Technik AG**  
**Luzernerstr. 19**  
**CH 6204 Sempach**

Die ausführende Sanierungsfirma ist die:

**KRT Kanalsanierungs-Technik AG**  
**Luzernerstr. 19**  
**CH 6204 Sempach**

Die Begleitung des Hochdruckspülversuchs erfolgte durch die akkreditierte Inspektionsstelle:

**SIEBERT Ingenieurbüro für Kunststofftechnik GmbH**  
**Münsterstraße 5**  
**D 59065 Hamm**

## **2 Örtlichkeiten und Prüfverfahren**

### **2.1 Örtlichkeit und Randbedingungen**

Bei der Testhaltung handelt es sich um ein Abwasserrohr DN 300 aus Beton mit einer Länge von rund 18m, welches zum Testen mit dem genannten Inlinersystem saniert wurde. Laut Angabe der Firma KRT Kanalsanierungs-Technik AG handelt es sich bei dem eingebauten Schlauchliner um ein Linersystem aus Epoxydharz und Polyesthernadelfilz (Synthesefaser) mit der Bezeichnung „Flexiliner II Plus“. Das Imprägnierprotokoll sowie das Heizprotokoll liegen vor. Eine DIBt-Zulassung des verwendeten Schlauchliners liegt nicht vor.



Bild 1

Es wurden 30 Spülzyklen bei 120 bar in Anlehnung an den „Hamburger Spülversuch“ veranlasst. Zusätzlich wurden drei dreiminütige punktuelle Spülungen am Laminat durchgeführt. Aufgrund der speziellen klimatischen Bedingungen im Zusammenhang mit der Zulassung des Flexiliners II Plus“ in Abu Dhabi wurde auf den Zusatz von Wintergranulat verzichtet.

## 2.2 Eingesetzte Technik

Das eingesetzte Spülfahrzeug hat folgende Parameter:

### Spülfahrzeug:

Wasserdruck am Fahrzeug	190 bar
Volumenstrom	~320 l/min
Schlauchlänge	190 m
Schlauchdurchmesser	1 Zoll



Bild 2

Die Spüldüse hat folgende Parameter:

**Spüldüse:**

Anzahl der Düsen	10 Stk
Durchmesser der Düsen	2,3 mm
Strahlwinkel	30°
Volumenstrom bei 120 bar	ca. 320 l/min
Druck an der Spüldüse	ca. 120 bar



Bild 3

Unterlagen über das Spülfahrzeug liegen nicht vor. Alle Angaben zum Spülfahrzeug laut Unternehmer. Bei der Spüldüse handelt es sich um die „Enz Golden Jet“ der Enz Technik AG.

### 2.3 Prüfverfahren

Der Hochdruckspülversuch in Anlehnung an das Hamburger Modell wurde zur realistischen Prüfung des Einflusses einer jährlichen Hochdruckspülung an Schlauchlinern von der Hamburger Stadtentwässerung entwickelt. Ein Spülzyklus besteht aus dem kompletten Hin-/Rückweg der Spüldüse durch die Haltung. Der Spüldruck bei Schlauchlinern liegt bei ca. 120 bar. Die mindestens 8 Düsen sollten ca. 2,4mm  $\pm$ 1,0mm im Durchmesser haben und in einem Winkel von 30° stehen. Die Vorlaufgeschwindigkeit liegt bei 1,0m/s, die Rücklaufgeschwindigkeit zwischen 0,1m/s und 0,3m/s. Die Durchflussmenge hängt von der Düse ab und liegt hier bei ca. 320 L/min. Abschließend wird die Spüldüse bis zu drei mal drei Minuten lang bei 120 bar im Liner gehalten, um den Schlauchliner auf die punktuelle Belastung durch die Düse zu prüfen.

Die Zahl der durchzuführenden Spülversuche orientiert sich an der geschätzten Lebenserwartung (ca. 30 Jahre) des Inliners, aus diesem Grund wurde die Zahl der Spülzyklen auf 30 festgelegt.

### **3 System**

Das System Flexiliner II Plus besteht aus einem kalthärtenden Epoxydharz und einer Trägerfaser aus einem Polyesternadelfilz. Die Synthefaser hat dabei keine statische Funktion und dient als reine Trägerfaser des Harzes. Zum einen bildete die Harzmatrix den statischen tragenden Teil und zum zweiten dient das Harz als Dichtungssystem gegen Ex- und Infiltration. Sämtliche Folien und Beschichtungen sind Arbeits- bzw. Einbauhilfen und haben nach Abschluss der Härtingsreaktion keine weitere Funktion. Die Dicke des Liners wird durch die statischen Anforderungen im Vorfeld bestimmt und liegt hier bei 6mm mit einem Durchmesser von DN 300.



Bild 4

Alle Aussagen zum System „Flexiliner II Plus“ beziehen sich auf die übermittelten Informationen der Firma KRT Kanalsanierungs-Technik AG.

#### **4 Versuchsdurchführung**

Der Versuch wurde am 19. Oktober 2005 auf dem Werksgelände der KRT Kanalsanierungs-Technik AG in Sempach in der Schweiz durchgeführt. Anwesend waren Herr Petermann als Vertreter der Firma KRT sowie Herr Cords von Siebert Ingenieurbüro für Kunststofftechnik GmbH.

Es wurde eine Teststrecke von ca. 21m Länge mit einem Durchmesser DN 300 aus Beton auf dem Werksgelände der Fa. KRT aufgebaut. Es wurden vier Abzweige DN 150 und zwei 45° Bögen DN 300 installiert. Zwei der Abzweige befanden sich im Kämpferbereich, die anderen Beiden im Scheitelbereich. In diese Testhaltung wurde ein Schlauchliner eingebracht. Der Liner hat eine Dicke von 6mm. Die Seitenzuläufe wurden nach dem Aushärten per Fräsroboter geöffnet. Hutprofile wurden nicht verwendet. Zusätzlich zu den 30 Spülzyklen wurden insgesamt drei punktuelle Spülungen von je 3 Minuten durchgeführt.

Alle Spülungen wurden von der Haupthaltung heraus durchgeführt.



Bild 5

Die Auswertung des Spülversuchs erfolgt anhand von Video- und Fotoaufzeichnungen, die während der Versuchsdurchführung hergestellt wurden. Die Kamerabefahrung fand vor und nach dem Spülversuch statt. Zusätzlich wurden Fotos von der Haltung gemacht. Alle Aufzeichnungen liegen dem Ingenieurbüro Siebert vor (Video - Fotodokumentation).

Der Volumenstrom bei 120 bar wurde mit 320 l/min angegeben. Um den Spüldruck von 120 bar an der Düse zu bestimmen wurde der Druckverlust im Schlauch ermittelt. Der Spüldruck am Fahrzeug wurde mit 190 bar abgelesen. An der Düse lagen unter Berücksichtigung des Druckverlustes 120 bar an.



Bild 6

Die Schlauchlänge des Spülfahrzeuges betrug nach Angabe des Spülunternehmers 190 m. Der Querschnitt wurde mit einem Zoll angegeben.

Die Vor- bzw. Rücklaufgeschwindigkeit der Spüldüse wurde von Hand im Bereich des Vorlaufs bei ungefähr 1 m/s und beim Spülen zwischen 0,1 m/s und 0,3 m/s gehalten.

## **5 Ergebnis**

Der Schlauchliner wurde nach dem Spülen mit einer TV-Kamera befahren. Im Anschluss an die Hochdruckspülung wurde die Aufnahme vom Ingenieurbüro Siebert ausgewertet.

Es konnte dabei festgestellt werden, dass der eingebrachte Schlauchliner nach Ablauf der 30 Zyklen weder an der Innenfolie, noch am Laminat Schädigungen aufwies.

Nach den punktuellen Hochdruckspülvorgängen wurde das Einreißen der Innenfolie festgestellt. Schädigungen der Laminatflächen konnten allerdings nicht festgestellt werden.

Beim „Flexiliner II Plus“ ist die aufkaschierte Innenfolie als Einbauhilfe zu verstehen und nicht notwendiger Teil des fertigen Systems. Somit kann festgehalten werden, dass die Laminatflächen des „Flexiliners II Plus“ keine Schädigungen durch die Hochdruckspülungen bei einem Druck von 120 bar aufwiesen.

Unter der Voraussetzung, dass die Innenfolie als Einbauhilfe definiert ist und allein das Laminat als Dichtungssystem fungiert, ist der geprüfte „Flexiliner II Plus“ für Hochdruckspülungen bis zu einem Druck von 120 bar als beständig einzustufen.

Hamm, den 10. Januar 2006

---

Technischer Leiter  
Dipl.-Ing. A. Haacker

---

Projektingenieur  
Dipl.-Ing. A. Cords

## **6 Angewandte Richtlinien und Normen**

- § DIN EN 13566 Teil 4, Kunststoff Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen, Teil 4 vor Ort härtendes Schlauchlining
- § RSV Merkblatt 4, Reparatur von drucklosen Abwasserkanälen und Rohrleitungen durch vor Ort härtende partielle Inliner